

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-177793

(43)Date of publication of application : 14.07.1995

(51)Int.Cl.

H02P 7/63

H02M 7/48

H02M 7/72

(21)Application number : 05-317947

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 17.12.1993

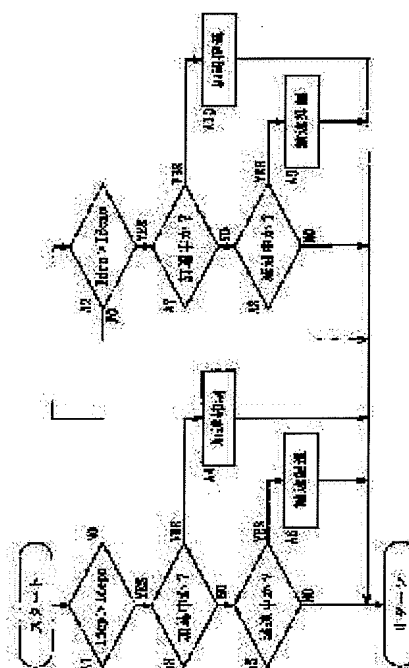
(72)Inventor : OHASHI KAZUHARU

## (54) INVERTER DEVICE

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To prevent overcurrent tripping of an AC electric motor in an overcurrent state during power or regenerative operation and the speed reduction in an AC electric motor in advance.

**CONSTITUTION:** When a positive peak current  $I_{dcp}$  reaches an overcurrent state during power operation exceeding an allowable  $I_{dcpo}$ , acceleration suppression control is performed where the increase in an output frequency is stopped the output frequency is increased until  $I_{dcp}$  goes below  $I_{dcpo}$  during acceleration control and deceleration promotion control is performed for reducing sliding in that the reduction ratio of the output frequency is increased until  $I_{dcp}$  goes below  $I_{dcpo}$  during deceleration control. When the regeneration overcurrent state of the AC electric motor results, where the negative peak current  $I_{dcn}$  exceeds the allowable value  $I_{dcno}$ , acceleration promotion control for increasing the increase ratio of output frequency until  $I_{dcn}$  goes below  $I_{dcno}$  during acceleration control is performed and deceleration suppression control for decreasing and stopping or increasing the output frequency until  $I_{dcn}$  goes below  $I_{dcno}$  during deceleration control is performed, thus reducing negative sliding.



\* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]In the state where right side peak current which is provided with the following and as which said control circuit device is inputted exceeded an acceptable value, Perform acceleration inhibitory control which increase-stops or decreases an output frequency until right side peak current concerned falls below in the above-mentioned acceptable value, when it is during acceleration control of said alternating current motor, and. Slowdown promotion control which enlarges decrease proportion of an output frequency until right side peak current falls below in said acceptable value, when it is during reduction control of an alternating current motor is performed, In the state where negative side peak current inputted exceeded an acceptable value, Perform acceleration promotion control which enlarges percentage increases of an output frequency until the negative side peak current concerned falls below in the above-mentioned acceptable value, when it is during acceleration control of said alternating current motor, and. . It is characterized by being constituted so that slowdown inhibitory control to which reduction-stop or an output frequency is made to increase until negative side peak current falls below in said acceptable value, when it is during reduction control of an alternating current motor may be performed. It has an inverter main circuit for switching a DC-power-supply output, and a control circuit device to which a volts alternating current of variable voltage and a variable frequency is made to output by controlling switching operation of this inverter main circuit, An inverter device constituted so that an alternating current motor might be driven at variable speed by increasing gradually or dwindling the output frequency.

A current detecting means which detects a direct current which flows between said DC power supply and an inverter main circuit.

A right side peak current detecting means which detects right side peak current of a direct current detected by this current detecting means, and is given to said control circuit device.

A negative side peak current detecting means which detects negative side peak current of a direct current detected by an adjournment current detecting means, and is given to said control circuit device.

[Claim 2]A control circuit device is constituted so that decrease proportion of the output frequency concerned may be enlarged by bringing forward reduction speed per unit time of an output frequency, when performing slowdown promotion control, The inverter device according to claim 1 constituting so that percentage increases of the output frequency concerned may be enlarged by bringing forward an increasing speed per unit time of an output frequency, when performing acceleration promotion control.

[Claim 3]A control circuit device is constituted so that decrease proportion of the output frequency concerned may be enlarged when performing slowdown promotion control, and only a predetermined rate decreases an output frequency, The inverter device according to claim 1 constituting so that percentage increases of the output frequency concerned may be enlarged when performing acceleration promotion control, and only a predetermined rate makes an output frequency increase.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]This invention relates to the inverter device provided with the function to detect the current which flows between DC power supply and an inverter main circuit.

[0002]

[Description of the Prior Art]In an inverter device, a current detecting means is established all over the energization way from DC power supply to an inverter main circuit, and it is made to perform overcurrent protection operation, the display action of output current, etc. conventionally based on the detect output by this current detecting means.

[0003]The example of composition of this kind of inverter device is shown in drawing 5. In this drawing 5, DC power supply 2 provided so that the output of AC power supply 1 might be rectified output that rectification output between the power supply buses 4 and 5 via the smoothing capacitor 3. The inverter main circuit 6 to which electric power is supplied from these power supply buses 4 and 5 carries out three-phase bridge rectifier connection of the six switching transistors, for example, changes, and drives the alternating current motor 7 with that output. For example, the current detection machine 8 which comprises hole CT was formed as a current detecting means which outputs the level according to the current which flows through DC bus 5, and the polar detecting signal  $I_{dc}$ , and the detecting signal  $I_{dc}$  is given to the full wave rectifier circuit 9 and the average current detector circuit 10.

[0004]Said full wave rectifier circuit 9 was constituted as an absolute value amplifying circuit using an operational amplifier, and after the rectification output passes the peak detection circuit 11, it is given to the control circuit device 12 as a load current  $I_L$ . Said average current detector circuit 10 functions as an active filter using an operational amplifier of a low pass form, and is given to the control circuit device 12 as the average current  $I_{AV}$  which shows the average value of the current which flows through the output into DC bus 5.

[0005]It is for the above-mentioned control circuit device 12 controlling the switching operation of each transistor in the inverter main circuit 6 through the drive circuit 13, In inputted load current  $I_L$  and the average current  $I_{AV}$ , it has the composition of presenting with the output voltage and the output frequency of the inverter main circuit 6 what is called V/F control that maintains at a predetermined relation, and presenting the slide compensation control of the alternating current motor 7, etc. with them. The above-mentioned load current  $I_L$  is used for an over-current and overload detection control, or over-current \*\*\*\*\*, and the control circuit device 12 is used as load current value data for external outputs if needed.

[0006]The routine for overcurrent-protection control is roughly shown in the flow chart of drawing 6 among the control contents by the control circuit device 12. In the above-mentioned overcurrent-protection control routine, it is judged whether load current  $I_L$  exceeded the acceptable value  $I_{LO}$ . In this case, at the time of the acceleration control of the alternating current motor 7, since a slide becomes large, without the ability of that rotation to follow the speed determined with inverter output frequency (output frequency of the inverter main circuit 6) generally, load current  $I_L$  will increase. When load current  $I_L$  exceeds the acceptable value  $I_{LO}$ , while the alternating current motor 7 is accelerating, or [ halting the increase in inverter

output frequency ] -- or a return being carried out to the usual control routine, after performing Step B1 which controls acceleration of the alternating current motor 7 by making it decrease, and, Repetitive execution of the above-mentioned step B1 will be carried out until load current IL is settled below in the acceptable value ILO by reduction of the slide according to acceleration control of the alternating current motor 7. Such a series of control is generally called acceleration stole prevention control.

[0007]Big regenerative current may flow into the smoothing capacitor 3 at the time of the reduction control of the alternating current motor 7, In the case (or although not shown in drawing 6, when the terminal voltage of the smoothing capacitor 3 exceeds an acceptable value) where load current IL exceeds the acceptable value ILO, or [ halting reduction of inverter output frequency, while the alternating current motor 7 is slowing down ] -- or after performing step B-2 which controls a slowdown of the alternating current motor 7 by making it increase, a return is carried out to the usual control routine, and above-mentioned step B-2, repetitive execution will be carried out until load current IL is settled below in the acceptable value ILO by reduction of regenerative current according to slowdown control of the alternating current motor 7, and the terminal voltage of the smoothing capacitor 3 is settled below in an acceptable value or. Such a series of control is generally called excess voltage stole prevention control.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]In the above-mentioned conventional inverter device, when acceleration inhibitory control and slowdown inhibitory control are performed in a power running state, respectively at the time of a regenerative state and a slowdown at the time of the acceleration in the alternating current motor 7, Increase of an over-current will be promoted and there is a possibility that the over-current trip function provided in the inverter device depending on the case may work carelessly, or the alternating current motor 7 may stall.

[0009]That is, drawing 7 (a) shows an example of the relation between the inverter output frequency at the time of the acceleration control of the alternating current motor 7 (two-dot chain line), and the revolving speed (solid line) of the alternating current motor 7. In the case where combine the driving shaft of the alternating current motor 7 with the driving shaft of other alternating current motors which used the inverter device of composition as the power supply like the above mechanically here, for example, and the parallel run of each electric motor is carried out in such the state, When the alternating current motor 7 is located in the backdrive side, the electric motor 7 concerned will always be in a regenerative state.

[0010]For this reason, in the inverter device shown in drawing 5, When the regenerative current from the alternating current motor 7 is detected as a load current IL and the load current IL exceeds the acceptable value ILO to the timing t1 shown in drawing 7 (a), In order that acceleration inhibitory control mentioned above may be performed and the increase in inverter output frequency may halt (or reduction), In the alternating current motor 7, a negative slide may become large, and, in load current, IL may increase to the over-current trip level of an inverter device, for example, an over-current trip function will work carelessly in the timing t2.

[0011]Since a regenerative state generates such a phenomenon at the time of the acceleration control of the alternating current motor 7 not only the time of the parallel run of an electric motor but when load inertia made accelerating rates loose in the extremely large state, or when a rapid load change occurs, There is a thing in which acceleration inhibitory control is similarly carried out and an inverter device results at an over-current trip and to do.

[0012]Drawing 7 (b) shows an example of the relation between the inverter output frequency at the time of the reduction control of the alternating current motor 7 (two-dot chain line), and the revolving speed (solid line) of the alternating current motor 7. When load increases rapidly in the time t1 in the figure (b), here, When the revolving speed of the alternating current motor 7 falls from the speed according to inverter output frequency, it changes into a power running state and the slide of the alternating current motor 7 becomes large in connection with this, slowdown inhibitory control which load current mentioned above from the timing t2 whose IL exceeded the acceptable value ILO is performed. Then, in order that reduction of inverter output frequency may halt (or increase), A slide becomes still larger, for example, an inverter device may result in an over-current trip in the timing t3, or, below in load torque, the generating torque of the

alternating current motor 7 may become, and the electric motor 7 may stall.

[0013]The phenomenon of an over-current trip of an inverter device and damping of the alternating current motor 7 which were mentioned above, Without detecting whether the alternating current motor 7 is during power running, or it is during regenerative operation, When an overcurrent state occurs during the accelerating operation of the electric motor 7 concerned, acceleration inhibitory control is performed uniquely, and since slowdown inhibitory control is uniquely performed when an overcurrent state occurs during decelerating operation, it is caused.

[0014]However, in the inverter device shown in drawing 5, since high-speed detection of in any the alternating current motor 7 shall be between a power running state and a regenerative state was not able to be carried out, there was a problem that the above phenomena could not be prevented beforehand. That is, the detecting signal  $I_{dc}$  according to the current detection machine 8 by the composition of drawing 5 is impossible for the ingredient for Masakata increasing in the state of the power running of the alternating current motor 7, and an opposite direction ingredient detecting the polarity of the detecting signal  $I_{dc}$  based on load current  $I_L$  after passing the full wave rectifier circuit 9 in a regenerative state in large \*\*\*\*\*. Since the damping time constant of the average current detector circuit 10 where the above-mentioned detecting signal  $I_{dc}$  is given is generally set as 10 or more msec, it cannot carry out high-speed detection of the polarity of the detecting signal  $I_{dc}$  based on the average current  $I_{AV}$  passing through this average current detector circuit 10, either. Therefore, with the inverter device of composition, the phenomenon of damping of an over-current trip and the alternating current motor 7 cannot be prevented beforehand conventionally.

[0015]This invention is made in light of the above-mentioned circumstances, and the purpose, It is detectable by easy composition in any the alternating current motor which is load shall be between a power running state and a regenerative state at high speed, Based on the detection result, there is preventing beforehand generating of the situation of damping of an over-current trip and the above-mentioned alternating current motor in providing the inverter device which does effects, such as becoming possible, so.

[0016]

[Means for Solving the Problem]An inverter main circuit for this invention to switch a DC-power-supply output to achieve the above objects, It has a control circuit device to which a volts alternating current of variable voltage and a variable frequency is made to output by controlling switching operation of this inverter main circuit, In an inverter device constituted so that an alternating current motor might be driven at variable speed by increasing gradually or dwindling the output frequency, A current detecting means which detects a direct current which flows between said DC power supply and an inverter main circuit, A right side peak current detecting means which detects right side peak current of a direct current detected by this current detecting means, and is given to said control circuit device, After establishing a negative side peak current detecting means which detects negative side peak current of a direct current detected by an adjournment current detecting means, and is given to said control circuit device, Perform acceleration inhibitory control which increase-stops or decreases an output frequency until right side peak current concerned falls below in the above-mentioned acceptable value, when right side peak current into which said control circuit device is inputted is during acceleration control of said alternating current motor in the state where an acceptable value was exceeded, and. Constitute so that slowdown promotion control which enlarges decrease proportion of an output frequency may be performed, until right side peak current falls below in said acceptable value, when it is during reduction control of an alternating current motor, and. In the state where negative side peak current inputted exceeded an acceptable value, Perform acceleration promotion control which enlarges percentage increases of an output frequency until the negative side peak current concerned falls below in the above-mentioned acceptable value, when it is during acceleration control of said alternating current motor, and. It constitutes so that slowdown inhibitory control to which reduction-stop or an output frequency is made to increase may be performed, until negative side peak current falls below in said acceptable value, when it is during reduction control of an alternating current motor (claim 1).

[0017]In this case, perform said control circuit device by enlarging decrease proportion of the output frequency concerned by bringing said slowdown promotion control forward for reduction speed per unit time of an output frequency, and. It can also have composition performed by enlarging percentage increases of the output frequency concerned by bringing said acceleration promotion control forward for an increasing speed per unit time of an output frequency (claim 2).

[0018]Perform a control circuit device by enlarging decrease proportion of the output frequency concerned, when only a predetermined rate decreases an output frequency in slowdown promotion control, and. When only a predetermined rate makes an output frequency increase acceleration promotion control, it can also have composition performed by enlarging percentage increases of the output frequency concerned (claim 3).

[0019]

[Function]In the inverter device according to claim 1, a control circuit device makes the output frequency of an inverter main circuit increase gradually at the time of the acceleration control of an alternating current motor, and is dwindled at the time of reduction control. It comes to detect a direct current which flows between DC power supply and a main circuit at the time of the drive of an alternating current motor, and the positive ingredient of the detection current increases in the power running state of an alternating current motor, and the negative ingredient of a current detecting means increases in a regenerative state. A right side peak current detecting means detects the right side peak current of the direct current detected by the current detecting means, and gives it to a control circuit device, and a negative side peak current detecting means detects the negative side peak current of the above-mentioned detection direct current, and gives it to a control circuit device.

[0020]When the right side peak current inputted changes into the state (power running overcurrent state of an alternating current motor) where the acceptable value was exceeded (i.e., when it changes into the state where the slide increased), a control circuit device, Acceleration inhibitory control which increase-stops or decreases an output frequency is performed until the right side peak current concerned falls below in the above-mentioned acceptable value, when it is during the acceleration control of an alternating current motor, and the slide is decreased. In the above-mentioned state, when it is during the reduction control of an alternating current motor, slowdown promotion control which enlarges decrease proportion of an output frequency is performed until right side peak current falls below in said acceptable value, and the slide is decreased.

[0021]When the negative side peak current inputted changes into the state (regeneration overcurrent state of an alternating current motor) where the acceptable value was exceeded (i.e., when it changes into the state where the negative slide increased), a control circuit device, Acceleration promotion control which enlarges the percentage increases of an output frequency is performed until the negative side peak current concerned falls below in the above-mentioned acceptable value, when it is during the acceleration control of said alternating current motor, and the negative slide is decreased. In the above-mentioned state, when it is during the reduction control of an alternating current motor, slowdown inhibitory control to which reduction-stop or an output frequency is made to increase is performed until negative side peak current falls below in said acceptable value, and a negative slide is decreased.

[0022]In the inverter device according to claim 2, when performing the above-mentioned slowdown promotion control or acceleration promotion control, by bringing forward the reduction speed or the increasing speed per unit time of an output frequency, Since control which enlarges the decrease proportion or percentage increases of an output frequency is performed, slowdown promotion control and acceleration promotion control will be performed smoothly.

[0023]In the inverter device according to claim 3, when performing said slowdown promotion control or acceleration promotion control, an output frequency by making only a predetermined rate decrease or increase, Since control which enlarges the decrease proportion or percentage increases of an output frequency is performed, the effect by slowdown promotion control and acceleration promotion control will be demonstrated at an early stage.

[0024]

[Example] Hereafter, it explains, referring to drawing 1 - drawing 3 for the 1st example of this invention. However, since the same component part as said drawing 5 exists in drawing 1, about the portion, explanation is omitted by attaching drawing 5 and identical codes. The right side current detecting circuit 21 is constituted combining the inversed amplification 21a which receives the detecting signal  $I_{dc}$  from the current detection machine 8, and the reversed type half wave rectifier circuit 21b which undergoes the output of this inversed amplification 21a. After the rectification output from the half wave rectifier circuit 21b passes the 1st peak detection circuit 22, it is given to the control circuit device 23 as direct-current positive side peak current  $I_{dcp}$ .

Here, the right side peak current detecting means 24 as used in the field of this invention is constituted by the combination of the above-mentioned positive side current detecting circuit 21 and the 1st peak detection circuit 22. In the above-mentioned inversed amplification 21a, the amplification factor is set as "1."

The half wave rectifier circuit 21b is constituted as a one electrode nature amplifier using an operational amplifier.

[0025] The negative side current detecting circuit 25 which comprises a reversed type half wave rectifier circuit was formed so that the detecting signal  $I_{dc}$  from the current detection machine 8 might be received, and after the rectification output passes the 2nd peak detection circuit 26, it is given to the control circuit device 23 as direct-current negative side peak current  $I_{dcn}$ . Here, the negative side peak current detecting means 27 as used in the field of this invention is constituted by the combination of the above-mentioned negative side current detecting circuit 25 and the 2nd peak detection circuit 26. The half wave rectifier circuit which constitutes the above-mentioned negative side current detecting circuit 25 also comprises the one electrode nature amplifier using an operational amplifier.

[0026] The above-mentioned detecting signal  $I_{dc}$  is a thing used as a waveform as shown in drawing 2 (a) here, Direct-current positive side peak current  $I_{dcp}$  and direct-current negative side peak current  $I_{dcn}$  which are obtained through the 1st and 2nd peak detection circuits 22 and 26 after rectifying respectively each ingredient of the right side of this detecting signal  $I_{dc}$  and a negative side serve as a waveform as shown in drawing 2 (b) and (c), respectively.

[0027] The routine for overcurrent-protection control is roughly shown in the flow chart of drawing 3 among the control contents by the control circuit device 23.

It explains with the operation and effect related about this below.

The control circuit device 23 has composition which carries out a trip, when either [ at least ] direct-current positive side peak current  $I_{dcp}$  or direct-current negative side peak current  $I_{dcn}$  exceeds a predetermined over-current trip level.

[0028] In the above-mentioned overcurrent-protection control routine, direct-current positive side peak current  $I_{dcp}$  judges whether the acceptable value  $I_{dcp0}$  set up beforehand was exceeded (Step A1). In this case, when the induction motor 7 is in a power running state. It is shown that, as for the detecting signal  $I_{dc}$  with the current detection machine 8, the state (state judged to be "YES" at Step A1) where the ingredient for Masakata increases and the above-mentioned direct-current positive side peak current  $I_{dcp}$  exceeded the acceptable value  $I_{dcp0}$  therefore has the induction motor 7 in a power running overcurrent state.

[0029] When there is no induction motor 7 in a power running overcurrent state, direct-current negative side peak current  $I_{dcn}$  judges whether the acceptable value  $I_{dcn0}$  set up beforehand was exceeded (Step A2). In this case, when the induction motor 7 is in a regenerative state. It is shown that, as for the detecting signal  $I_{dc}$ , the state (state judged to be "YES" at Step A2) where a negative direction ingredient increases and the above-mentioned direct-current negative side peak current  $I_{dcn}$  exceeded the acceptable value  $I_{dcn0}$  therefore has the induction motor 7 in a regeneration overcurrent state.

[0030] When there is no induction motor 7 in an overcurrent state (it is "NO" at Step A2), carry out a return to the usual control routine, but. When it is in an overcurrent state (it is "YES" at any of Step A1 and A2 they are), or the over-current will not be based on power running current, control which is different by what is depended on regenerative current is performed.



[0031]When it is judged as "YES" at Step A1 (i.e., when it is in a power running overcurrent state), Judge whether it is under [ acceleration control / of the alternating current motor 7 ] \*\*\*\*\* (step A3), and when it is during acceleration control, or [ halting the increase in inverter output frequency ] -- or by making it decrease, control which controls acceleration of the alternating current motor 7 is performed (step A4), and a return is carried out to next at the usual control routine. Repetitive execution of above acceleration control step A4 is carried out until direct-current positive side peak current  $I_{dcp}$  becomes by reduction of the slide of the alternating current motor 7 below in the acceptable value  $I_{dcpo}$ .  
Thereby, what is called acceleration stole prevention control is performed.

[0032]On the other hand, when acceleration control of the alternating current motor is not being performed by the power running overcurrent state of the alternating current motor 7 (it is "NO" at step A3), it is judged whether it is under [ reduction control / of the alternating current motor 7 ] \*\*\*\*\* (step A5). At this time, when it is not during reduction control, carry out a return as it is, but. When it is during reduction control (i.e., when performing control which decreases inverter frequency one by one), slowdown promotion control of enlarging that decrease proportion is performed (Step A6), and a return is carried out to next at the usual control routine. Therefore, repetitive execution of the above slowdown promotion step A6 will be carried out until direct-current positive side peak current  $I_{dcp}$  becomes by reduction of the slide of the alternating current motor 7 accompanying the slowdown promotion control below in the acceptable value  $I_{dcpo}$ .

[0033]By bringing forward the reduction speed per unit time of inverter output frequency in the above-mentioned slowdown promotion step A6, When the output frequency has composition which performs control in which even the level according to a actual speed of the alternating current motor 7 falls at an early stage smoothly and comparatively or only a predetermined rate decreases inverter output frequency at a stretch, It can have composition which performs control which demonstrates the effect by the output frequency reduction at an early stage.

[0034]That is, at the time of the reduction control of the alternating current motor 7, by load increasing rapidly, the revolving speed of the alternating current motor 7 falls from the speed according to inverter output frequency, and will be in a power running state, Even when the slide of the alternating current motor 7 becomes large in connection with this, control which controls a slowdown of the alternating current motor 7 like composition before is not performed, and control which promotes the slowdown is performed. As a result, it is a becoming thing whose a possibility that the slide of the alternating current motor 7 and by extension, direct-current positive side peak current  $I_{dcp}$  will fall at an early stage, and an inverter device may result in an over-current trip, or the alternating current motor 7 may stall with shortage of generating torque is lost.

[0035]When it is judged as "YES" at said step A2 (i.e., when it is in a regeneration overcurrent state), it judges whether it is under [ acceleration control / of the alternating current motor 7 ] \*\*\*\*\* (Step A7), and when it is not during acceleration control, it is judged whether it is under [ reduction control / of the alternating current motor 7 ] \*\*\*\*\* (Step A8). At this time, when it is not during reduction control, carry out a return as it is, but. or [ halting reduction of inverter output frequency, when it is during reduction control ] -- or by making it increase, control which controls a slowdown of the alternating current motor 7 is performed (step A9), and a return is carried out to next at the usual control routine. repetitive execution of the above slowdown control step A9 is carried out until direct-current negative side peak current  $I_{dcn}$  becomes by reduction of the regenerative current according to slowdown control of the alternating current motor 7 below in the acceptable value  $I_{dcno}$ , and the terminal voltage of the smoothing capacitor 3 is settled below in an acceptable value or.

A negative slide decreases by this and what is called excess voltage stole prevention control is performed.

[0036]When acceleration control of the alternating current motor is being performed by the regeneration overcurrent state of the alternating current motor 7 on the other hand (it is "YES"

at Step A7), That is, when control to which inverter frequency is made to increase one by one is being performed, acceleration promotion control of enlarging those percentage increases is performed (Step A10), and a return is carried out to next at the usual control routine. Therefore, repetitive execution of the above acceleration promotion step A10 will be carried out until direct-current negative side peak current  $I_{dcn}$  becomes by reduction of the negative slide of the alternating current motor 7 accompanying the acceleration promotion control below in the acceptable value  $I_{dcno}$ .

[0037]By bringing forward the increasing speed per unit time of inverter output frequency in the above-mentioned slowdown promotion step A10, When the output frequency has composition which performs control which goes up smoothly and comparatively even the level according to a actual speed of the alternating current motor 7 at an early stage or only a predetermined rate makes inverter output frequency increase at a stretch, It can have composition which performs control which demonstrates the effect by the increase in an output frequency at an early stage.

[0038]That is, when the parallel run of the electric motor 7 concerned is carried out to other electric motors which linked the driving shaft directly at the time of the acceleration control of the alternating current motor 7, Or a regenerative state is presented in the case where a rapid load change occurs etc., even when a negative slide becomes large according to this, control which controls acceleration of the alternating current motor 7 like composition before is not performed, and control which promotes the acceleration is performed. As a result, it is a becoming thing whose a possibility that the negative slide of the alternating current motor 7 and by extension, direct-current negative side peak current  $I_{dcn}$  will fall at an early stage, and an inverter device may result in an over-current trip is lost.

[0039]Above, in short, constitute from above-mentioned this example so that the high-speed detection of the power running overcurrent state and regeneration overcurrent state of the alternating current motor 7 can be carried out by the right side current detecting circuit 21 and the negative side current detecting circuit 25 which do not include a time delay element, and. It constitutes so that control which controls an over-current based on the detection result and actual control state of the alternating current motor 7 may be performed exactly, and thereby, the fault of damping of an over-current trip or the alternating current motor 7 can be prevented beforehand. In this case, in this example, as a current detecting means for detection of the power running current of the alternating current motor 7, and regenerative current, What is necessary is just to form the one current detection machine 8, and moreover the hardware constitutions for processing the detecting signal  $I_{dc}$  from this current detection machine 8, Since the 2nd 26 about peak detection circuit portion should just increase compared with composition conventionally which was shown in drawing 5, the composition for acquiring the above effects also has the advantage of becoming comparatively easy.

[0040]Although not shown in drawing 3, when the acceptable value with which direct-current positive side peak current  $I_{dcp}$  or direct-current negative side peak current  $I_{dcn}$  was beforehand set up during constant-speed operation of the alternating current motor 7 is exceeded, it is also possible to control to control inverter output voltage, for example etc. About the average current  $I_{AV}$  which serves as a candidate for detection with the inverter device of composition conventionally which was shown in drawing 5, since it can guess from direct-current positive side peak current  $I_{dcp}$  and direct-current negative side peak current  $I_{dcn}$ , the average current detector circuit 10 in the drawing 5 can be made unnecessary.

[0041]In the 1st example of the above, after rectifying the right side of the detecting signal  $I_{dc}$  from the current detection machine 8, and a negative side, respectively, it had composition which detects the peak of each rectification output, but it is good also as composition which performs this reverse. That is, said 1st example and the 2nd example of this invention which does the same effect so are shown in drawing 4, and only a portion which is below different from the 1st example about this is explained.

[0042]In drawing 4, the right side peak current detecting means 28 is constituted by the diode 29 which rectifies the right side of the detecting signal  $I_{dc}$ , the 1st peak detection circuit 30 that detects the peak of the rectification output, and the diode drops compensating circuit 31. The output is given to the control circuit device 23 as direct-current positive side peak current

Idcp'.

The negative side peak current detecting means 32 is constituted by the diode 33 which rectifies the negative side of the detecting signal Idc, the 2nd peak detection circuit 34 that detects the peak of the rectification output, the diode drops compensating circuit 35, and the inversed amplification 36.

The output is given to the control circuit device 23 as direct-current positive side peak current Idcn'.

[0043]

[Effect of the Invention]According to this invention, the above explanation constitutes so that, and the high-speed detection of the power running overcurrent state and regeneration overcurrent state of an alternating current motor can be carried out, and. Based on the control condition in any the detection result and alternating current motor shall be between an acceleration control state and a reduction control state, Since it had composition which performs selectively any of acceleration inhibitory control, slowdown promotion control, slowdown inhibitory control, and acceleration promotion control they are, the useful effect that prevention becomes beforehand possible about generating of the situation of damping of an over-current trip and an alternating current motor is done so, and the effect that what is necessary is just to establish one current detecting means for detection of each above-mentioned current, and simplification of composition can be realized can also do so.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]The whole functional block diagram showing the 1st example of this invention

[Drawing 2]Wave form chart

[Drawing 3]The flow chart which shows a control content

[Drawing 4]The drawing 1 equivalent figure showing the 2nd example of this invention

[Drawing 5]The drawing 1 equivalent figure showing a conventional example

[Drawing 6]Drawing 3 equivalent figure

[Drawing 7]The characteristic figure for solution technical-problem explanation

[Description of Notations]

Two among a drawing DC power supply and 3 a smoothing capacitor and 6 An inverter main circuit, 7 an alternating current motor and 8 a current detection machine (current detecting means) and 21 A right side current detecting circuit, 22 and 30 the 1st peak detection circuit and 23 a control circuit device, and 24 and 28 A right side peak current detecting means, The 2nd peak detection circuit, and 27 and 32 show 29, a negative side peak current detecting means and 33 show 31, and, as for a negative side current detecting circuit, and 26 and 34, 25 shows a diode drops compensating circuit a diode and 35.

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-177793

(43)公開日 平成7年(1995)7月14日

| (51)Int.Cl. <sup>6</sup> | 識別記号    | 序内整理番号  | F I | 技術表示箇所 |
|--------------------------|---------|---------|-----|--------|
| H 0 2 P 7/63             | 3 0 2 R |         |     |        |
|                          | S       |         |     |        |
| H 0 2 M 7/48             | J       | 9181-5H |     |        |
| 7/72                     |         | 9181-5H |     |        |

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平5-317947

(22)出願日 平成5年(1993)12月17日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 大橋 和治

三重県三重郡朝日町大字繩生2121番地 株

式会社東芝三重工場内

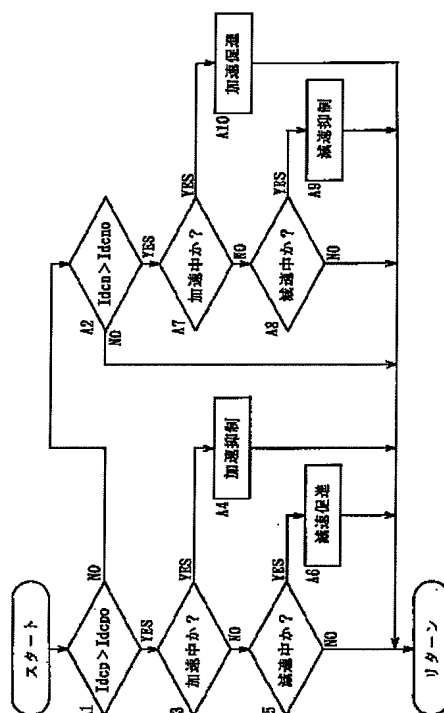
(74)代理人 弁理士 佐藤 強 (外1名)

(54)【発明の名称】 インバータ装置

(57)【要約】

【目的】 交流電動機の力行過電流状態或いは再生過電流状態での不用意な過電流トリップ及び交流電動機の失速を未然に防止すること。

【構成】 正側ピーク電流  $I_{dcp}$  が許容値  $I_{dcpo}$  を越えた交流電動機の力行過電流状態となったときには、加速制御中であつた場合に  $I_{dcp}$  が  $I_{dcpo}$  以下に下がるまで出力周波数を増加停止若しくは減少させる加速抑制制御を行い、減速制御中であつた場合に  $I_{dcp}$  が  $I_{dcpo}$  以下に下がるまで出力周波数の減少割合を大きくする減速促進制御を行い、すべりを減少させる。負側ピーク電流  $I_{dcn}$  が許容値  $I_{dcno}$  を越えた交流電動機の再生過電流状態となったときには、加速制御中であつた場合に  $I_{dcn}$  が  $I_{dcno}$  以下に下がるまで出力周波数の増加割合を大きくする加速促進制御を行い、減速制御中であつた場合には、 $I_{dcn}$  が  $I_{dcno}$  以下に下がるまで出力周波数を減少停止若しくは増加させる減速抑制制御を行い、負のすべりを減少させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 直流電源出力をスイッチングするためのインバータ主回路と、このインバータ主回路のスイッチング動作を制御することにより可変電圧・可変周波数の交流電圧を出力させる制御回路装置とを備え、その出力周波数を漸増或いは漸減させることにより交流電動機の可変速駆動を行うように構成されたインバータ装置において、

前記直流電源及びインバータ主回路間に流れる直流電流を検出する電流検出手段と、

この電流検出手段により検出される直流電流の正側ピーク電流を検出して前記制御回路装置に与える正側ピーク電流検出手段と、

延期電流検出手段により検出される直流電流の負側ピーク電流を検出して前記制御回路装置に与える負側ピーク電流検出手段とを備え、

前記制御回路装置は、

入力される正側ピーク電流が許容値を越えた状態においては、前記交流電動機の加速制御中であつた場合に当該正側ピーク電流が上記許容値以下に下がるまで出力周波数を増加停止若しくは減少させる加速抑制制御を行うと共に、交流電動機の減速制御中であつた場合に正側ピーク電流が前記許容値以下に下がるまで出力周波数の減少割合を大きくする減速促進制御を行い、

入力される負側ピーク電流が許容値を越えた状態においては、前記交流電動機の加速制御中であつた場合に当該負側ピーク電流が上記許容値以下に下がるまで出力周波数の増加割合を大きくする加速促進制御を行うと共に、交流電動機の減速制御中であつた場合に負側ピーク電流が前記許容値以下に下がるまで出力周波数を減少停止若しくは増加させる減速抑制制御を行うように構成されていることを特徴とするインバータ装置。

【請求項 2】 制御回路装置は、減速促進制御を行う場合に出力周波数の単位時間当たりの減少速度を早めることによって当該出力周波数の減少割合を大きくするように構成され、加速促進制御を行う場合に出力周波数の単位時間当たりの増加速度を早めることによって当該出力周波数の増加割合を大きくするように構成されていることを特徴とする請求項 1 記載のインバータ装置。

【請求項 3】 制御回路装置は、減速促進制御を行う場合に出力周波数を所定の割合だけ減少させることによって当該出力周波数の減少割合を大きくするように構成され、加速促進制御を行う場合に出力周波数を所定の割合だけ増加させることによって当該出力周波数の増加割合を大きくするように構成されていることを特徴とする請求項 1 記載のインバータ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、直流電源とインバータ主回路との間を流れる電流を検出する機能を備えたイン

バータ装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 インバータ装置においては、従来より、直流電源からインバータ主回路への通電路中に電流検出手段を設け、この電流検出手段による検出出力に基づいて過電流保護動作や出力電流の表示動作などを行うようにしている。

【0003】 図 5 には、この種のインバータ装置の構成例が示されている。この図 5 において、交流電源 1 の出力を整流するように設けられた直流電源 2 は、その整流出力を平滑コンデンサ 3 を介して電源母線 4、5 間に出力する。この電源母線 4、5 から給電されるインバータ主回路 6 は、例えば 6 個のスイッチングトランジスタを三相ブリッジ接続して成るもので、その出力により交流電動機 7 を駆動するようになっている。例えばホール CT より成る電流検出器 8 は、直流母線 5 を通じて流れる電流に応じたレベル及び極性の検出信号  $I_{dc}$  を出力する電流検出手段として設けられたもので、その検出信号  $I_{dc}$  は、全波整流回路 9 及び平均電流検出回路 10 に与えられる。

【0004】 前記全波整流回路 9 は、オペアンプを利用した絶対値増幅回路として構成されたもので、その整流出力はピーク検出回路 11 を介した後に負荷電流  $I_L$  として制御回路装置 12 に与えられる。また、前記平均電流検出回路 10 は、オペアンプを利用したローパス形のアクティブフィルタとして機能するもので、その出力を直流母線 5 に流れる電流の平均値を示す平均電流  $I_{AV}$  として制御回路装置 12 に与えられる。

【0005】 上記制御回路装置 12 は、インバータ主回路 6 内の各トランジスタのスイッチング動作をドライブ回路 13 を通じて制御するためのもので、入力された負荷電流  $I_L$  及び平均電流  $I_{AV}$  を、インバータ主回路 6 の出力電圧及び出力周波数を所定の関係に保つ所謂  $V/F$  制御に供すると共に、交流電動機 7 のすべり補償制御などに供する構成となっている。また、制御回路装置 12 は、上記負荷電流  $I_L$  を過電流及び過負荷検出制御や過電流防止制御などに利用すると共に、必要に応じて外部出力用の負荷電流値データとして利用するようになっている。

【0006】 図 6 のフローチャートには、制御回路装置 12 による制御内容のうち、過電流防止制御のためのルーチンが概略的に示されている。上記過電流防止制御ルーチンにおいては、負荷電流  $I_L$  が許容値  $I_{L0}$  を越えたか否かを判断する。この場合、交流電動機 7 の加速制御時は、一般的に、その回転がインバータ出力周波数（インバータ主回路 6 の出力周波数）により決定される速度に追従できずすべりが大きくなるため、負荷電流  $I_L$  が増大することになる。負荷電流  $I_L$  が許容値  $I_{L0}$  を越えた場合において、交流電動機 7 が加速中であつたときには、インバータ出力周波数の増加を一時停止するか若

しくは減少させることによって交流電動機7の加速を抑制するステップB1を実行した後に通常の制御ルーチンにリターンするものであり、上記ステップB1は、交流電動機7の加速抑制に応じたすべりの減少により負荷電流ILが許容値ILO以下に収まるまで反復実行されることになる。このような一連の制御は、一般的には加速ストール防止制御と呼ばれている。

【0007】また、交流電動機7の減速制御時には、平滑コンデンサ3に大きな回生電流が流れ込むことがあり、負荷電流ILが許容値ILOを越えた場合（或いは図6中には示していないが平滑コンデンサ3の端子電圧が許容値を越えた場合）において、交流電動機7が減速中であつたときには、インバータ出力周波数の減少を一時停止するか若しくは増大させることによって交流電動機7の減速を抑制するステップB2を実行した後に通常の制御ルーチンにリターンするものであり、上記ステップB2は、交流電動機7の減速抑制に応じた回生電流の減少により負荷電流ILが許容値ILO以下に収まるまで（或いは平滑コンデンサ3の端子電圧が許容値以下に収まるまで）反復実行されることになる。このような一連の制御は、一般的には過電圧ストール防止制御と呼ばれている。

#### 【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記従来のインバータ装置では、交流電動機7における加速時回生状態時及び減速時力行状態時において、それぞれ加速抑制制御及び減速抑制制御を行った場合には、過電流の増大を助長することになり、場合によってはインバータ装置に設けられた過電流トリップ機能が不用意に働いたり、交流電動機7が失速する虞がある。

【0009】即ち、図7(a)は、交流電動機7の加速制御時におけるインバータ出力周波数（二点鎖線）と交流電動機7の回転速度（実線）との関係の一例を示している。ここで、例えば、交流電動機7の駆動軸を上記と同様構成のインバータ装置を電源とした他の交流電動機の駆動軸と機械的に結合し、このような状態で各電動機を並列運転する場合において、交流電動機7がバックドライブ側に位置していたときには、当該電動機7が常に回生状態となる。

【0010】このため、図5に示すインバータ装置においては、交流電動機7からの回生電流が負荷電流ILとして検出され、その負荷電流ILが図7(a)に示すタイミングt1にて許容値ILOを越えた場合には、前述した加速抑制制御が行われてインバータ出力周波数の増加が一時停止（若しくは減少）されるため、交流電動機7において負のすべりが大きくなって、負荷電流がILがインバータ装置の過電流トリップレベルまで増大することがあり、例えばタイミングt2において過電流トリップ機能が不用意に働くことになる。

【0011】また、このような現象は、電動機の並列運

転時に限らず、負荷イナーシャが極端に大きい状態で加速レートを緩くした場合や、急激な負荷変動があつた場合などにも、交流電動機7の加速制御時に回生状態が発生するため、同様に加速抑制制御が行われてインバータ装置が過電流トリップに至ることがある。

【0012】図7(b)は、交流電動機7の減速制御時におけるインバータ出力周波数（二点鎖線）と交流電動機7の回転速度（実線）との関係の一例を示している。ここで、同図(b)中の時刻t1において負荷が急増した場合には、交流電動機7の回転速度がインバータ出力周波数に応じた速度より下がって力行状態となり、これに伴い交流電動機7のすべりが大きくなった場合には、負荷電流がILが許容値ILOを越えたタイミングt2から前述した減速抑制制御が行われる。すると、インバータ出力周波数の減少が一時停止（若しくは増大）されるため、すべりがさらに大きくなって、例えばタイミングt3においてインバータ装置が過電流トリップに至るか、或いは交流電動機7の発生トルクが負荷トルク以下となって、その電動機7が失速することがある。

【0013】上述したようなインバータ装置の過電流トリップ及び交流電動機7の失速という現象は、交流電動機7が力行運転中であるか或いは回生運転中であるかを検出しないで、当該電動機7の加速運転中に過電流状態が発生したときに一義的に加速抑制制御を行うと共に、減速運転中に過電流状態が発生したときには減速抑制制御を一義的に行っているために引き起こされるものである。

【0014】しかしながら、図5に示したインバータ装置では、交流電動機7が力行状態及び回生状態の何れにあるかを高速検出することができないため、上記のような現象を未然に防止することができないという問題点があつた。つまり、図5の構成では、電流検出器8による検出信号Idcは、交流電動機7の力行状態では正方向成分が多くなり、回生状態では逆方向成分が大きくなるが、その検出信号Idcの極性を全波整流回路9を介した後の負荷電流ILに基づいて検出することは不可能である。また、上記検出信号Idcが与えられる平均電流検出回路10の時定数は、一般的に10msec以上に設定されるものであるから、この平均電流検出回路10を通った平均電流IAVに基づいて、検出信号Idcの極性を高速検出することも不可能である。従って、従来構成のインバータ装置では、過電流トリップ及び交流電動機7の失速という現象を未然に防止することができない。

【0015】本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、負荷である交流電動機が力行状態及び回生状態の何れにあるかを簡単な構成によって高速に検出することができ、その検出結果に基づいて、過電流トリップ及び上記交流電動機の失速という事態の発生を未然に防止することが可能になるなどの効果を奏するインバータ装置を提供することにある。

## 【0016】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するために、直流電源出力をスイッチングするためのインバータ主回路と、このインバータ主回路のスイッチング動作を制御することにより可変電圧・可変周波数の交流電圧を出力させる制御回路装置とを備え、その出力周波数を漸増或いは漸減させることにより交流電動機の可変速駆動を行うように構成されたインバータ装置において、前記直流電源及びインバータ主回路間に流れる直流電流を検出する電流検出手段と、この電流検出手段により検出される直流電流の正側ピーク電流を検出して前記制御回路装置に与える正側ピーク電流検出手段と、延期電流検出手段により検出される直流電流の負側ピーク電流を検出して前記制御回路装置に与える負側ピーク電流検出手段とを設けた上で、前記制御回路装置を、入力される正側ピーク電流が許容値を越えた状態においては、前記交流電動機の加速制御中であつた場合に当該正側ピーク電流が上記許容値以下に下がるまで出力周波数を増加停止若しくは減少させる加速抑制制御を行うと共に、交流電動機の減速制御中であつた場合に正側ピーク電流が前記許容値以下に下がるまで出力周波数の減少割合を大きくする減速促進制御を行うように構成すると共に、入力される負側ピーク電流が許容値を越えた状態においては、前記交流電動機の加速制御中であつた場合に当該負側ピーク電流が上記許容値以下に下がるまで出力周波数の増加割合を大きくする加速促進制御を行うと共に、交流電動機の減速制御中であつた場合に負側ピーク電流が前記許容値以下に下がるまで出力周波数を減少停止若しくは増加させる減速抑制制御を行うように構成したものである（請求項1）。

【0017】この場合、前記制御回路装置は、前記減速促進制御を、出力周波数の単位時間当たりの減少速度を早めることにより当該出力周波数の減少割合を大きくすることによって行うと共に、前記加速促進制御を、出力周波数の単位時間当たりの増加速度を早めることにより当該出力周波数の増加割合を大きくすることによって行う構成とすることもできる（請求項2）。

【0018】さらに、制御回路装置は、減速促進制御を、出力周波数を所定の割合だけ減少させることにより当該出力周波数の減少割合を大きくすることによって行うと共に、加速促進制御を、出力周波数を所定の割合だけ増加させることにより当該出力周波数の増加割合を大きくすることによって行う構成とすることもできる（請求項3）。

## 【0019】

【作用】請求項1記載のインバータ装置において、制御回路装置は、交流電動機の加速制御時にはインバータ主回路の出力周波数を漸増させ、減速制御時には漸減させる。電流検出手段は、交流電動機の駆動時に直流電源及び主回路間を流れる直流電流を検出するようになり、そ

の検出電流は、交流電動機の力行状態で正の成分が多くなり、また回生状態で負の成分が多くなる。正側ピーク電流検出手段は、電流検出手段により検出された直流電流の正側ピーク電流を検出して制御回路装置に与え、負側ピーク電流検出手段は、上記検出直流電流の負側ピーク電流を検出して制御回路装置に与える。

【0020】制御回路装置は、入力される正側ピーク電流が許容値を越えた状態（交流電動機の力行過電流状態）となったとき、つまり、すべりが増大した状態となったときには、交流電動機の加速制御中であつた場合に当該正側ピーク電流が上記許容値以下に下がるまで出力周波数を増加停止若しくは減少させる加速抑制制御を行い、そのすべりを減少させる。また、上記状態において、交流電動機の減速制御中であつた場合には、正側ピーク電流が前記許容値以下に下がるまで出力周波数の減少割合を大きくする減速促進制御を行い、そのすべりを減少させる。

【0021】制御回路装置は、入力される負側ピーク電流が許容値を越えた状態（交流電動機の回生過電流状態）となったとき、つまり、負のすべりが増大した状態となったときには、前記交流電動機の加速制御中であつた場合に当該負側ピーク電流が上記許容値以下に下がるまで出力周波数の増加割合を大きくする加速促進制御を行い、その負のすべりを減少させる。また、上記状態において、交流電動機の減速制御中であつた場合には、負側ピーク電流が前記許容値以下に下がるまで出力周波数を減少停止若しくは増加させる減速抑制制御を行い、負のすべりを減少させる。

【0022】請求項2記載のインバータ装置では、上記減速促進制御或いは加速促進制御を行う場合に、出力周波数の単位時間当たりの減少速度或いは増加速度を早めることによって、出力周波数の減少割合或いは増加割合を大きくする制御が行われるから、減速促進制御及び加速促進制御が円滑に行われることになる。

【0023】請求項3記載のインバータ装置では、前記減速促進制御或いは加速促進制御を行う場合に、出力周波数を所定の割合だけ減少或いは増加させることによって、出力周波数の減少割合或いは増加割合を大きくする制御が行われるから、減速促進制御及び加速促進制御による効果が早期に発揮されることになる。

## 【0024】

【実施例】以下、本発明の第1実施例について図1～図3を参照しながら説明する。但し、図1中には前記図5と同一の構成部分が存在するから、その部分については図5と同一符号を付すことによって説明を省略する。正側電流検出回路21は、電流検出器8からの検出信号I<sub>dc</sub>を受ける反転増幅回路21aと、この反転増幅回路21aの出力を受ける反転形の半波整流回路21bとを組み合わせ構成されており、その半波整流回路21bからの整流出力は、第1のピーク検出回路22を介した後



に直流正側ピーク電流  $I_{dcp}$  として制御回路装置 23 に与えられる。ここで、上記正側電流検出回路 21 及び第 1 のピーク検出回路 22 の組み合わせによって、本発明でいう正側ピーク電流検出手段 24 が構成されるものである。尚、上記反転増幅回路 21a は、その増幅率が「1」に設定されており、また、半波整流回路 21b は、オペアンプを利用した片極性増幅器として構成されたものであるものである。

【0025】反転形の半波整流回路より成る負側電流検出回路 25 は、電流検出器 8 からの検出信号  $I_{dc}$  を受けるように設けられたもので、その整流出力は、第 2 のピーク検出回路 26 を介した後に直流負側ピーク電流  $I_{dcn}$  として制御回路装置 23 に与えられる。ここで、上記負側電流検出回路 25 及び第 2 のピーク検出回路 26 の組み合わせによって、本発明でいう負側ピーク電流検出手段 27 が構成されるものである。尚、上記負側電流検出回路 25 を構成する半波整流回路も、オペアンプを利用した片極性増幅器より成るものであるものである。

【0026】ここで、上記検出信号  $I_{dc}$  は図 2 (a) に示すような波形となるものであり、また、この検出信号  $I_{dc}$  の正側及び負側の各成分を各々整流した後に第 1 及び第 2 のピーク検出回路 22 及び 26 を通じて得られる直流正側ピーク電流  $I_{dcp}$  及び直流負側ピーク電流  $I_{dcn}$  は、それぞれ図 2 (b) 及び (c) に示すような波形となるものである。

【0027】図 3 のフローチャートには、制御回路装置 23 による制御内容のうち、過電流防止制御のためのルーチンが概略的に示されており、以下これについて関連する作用・効果と共に説明する。尚、制御回路装置 23 は、直流正側ピーク電流  $I_{dcp}$  及び直流負側ピーク電流  $I_{dcn}$  の少なくとも一方が所定の過電流トリップレベルを越えたときにトリップする構成となっている。

【0028】上記過電流防止制御ルーチンにおいては、直流正側ピーク電流  $I_{dcp}$  が予め設定された許容値  $I_{dcpo}$  を越えたか否かを判断する (ステップ A1)。この場合、誘導電動機 7 が力行状態にあるときには、電流検出器 8 による検出信号  $I_{dc}$  は正方向成分が多くなるものであり、従って、上記直流正側ピーク電流  $I_{dcp}$  が許容値  $I_{dcpo}$  を越えた状態 (ステップ A1 で「YES」と判断される状態) は、誘導電動機 7 が力行過電流状態にあることを示すものである。

【0029】誘導電動機 7 が力行過電流状態にないときには、直流負側ピーク電流  $I_{dcn}$  が予め設定された許容値  $I_{dcno}$  を越えたか否かを判断する (ステップ A2)。この場合、誘導電動機 7 が回生状態にあるときには、検出信号  $I_{dc}$  は負方向成分が多くなるものであり、従って、上記直流負側ピーク電流  $I_{dcn}$  が許容値  $I_{dcno}$  を越えた状態 (ステップ A2 で「YES」と判断される状態) は、誘導電動機 7 が回生過電流状態にあることを示すものである。

【0030】誘導電動機 7 が過電流状態にない場合 (ステップ A2 で「NO」) には、通常の制御ルーチンにリターンするが、過電流状態となった場合 (ステップ A1、A2 の何れかで「YES」) には、その過電流が力行電流によるものか、或いは回生電流によるものかで異なる制御を行う。

【0031】ステップ A1 で「YES」と判断した場合、つまり力行過電流状態となった場合には、交流電動機 7 の加速制御中か否かを判断し (ステップ A3)、加速制御中であつた場合には、インバータ出力周波数の増加を一時停止するか若しくは減少させることによって交流電動機 7 の加速を抑制する制御を実行し (ステップ A4)、この後に通常の制御ルーチンにリターンする。上記のような加速抑制ステップ A4 は、交流電動機 7 のすべりの減少により直流正側ピーク電流  $I_{dcp}$  が許容値  $I_{dcpo}$  以下となるまで反復実行されるものであり、これにより所謂加速ストール防止制御が行われる。

【0032】一方、交流電動機 7 の力行過電流状態で交流電動機の加速制御を行っていない場合 (ステップ A3 で「NO」) には、交流電動機 7 の減速制御中か否かを判断する (ステップ A5)。このとき、減速制御中でなかった場合にはそのままリターンするが、減速制御中であつた場合、つまりインバータ周波数を順次減少させる制御を行っていた場合には、その減少割合を大きくするという減速促進制御を実行し (ステップ A6)、この後に通常の制御ルーチンにリターンする。従って、上記のような減速促進ステップ A6 は、その減速促進制御に伴う交流電動機 7 のすべりの減少により直流正側ピーク電流  $I_{dcp}$  が許容値  $I_{dcpo}$  以下となるまで反復実行されることになる。

【0033】尚、上記減速促進ステップ A6 では、インバータ出力周波数の単位時間当たりの減少速度を早めることによって、その出力周波数が交流電動機 7 の実際の速度に応じたレベルまで円滑に且つ比較的早期に下がる制御を行う構成としたり、或いはインバータ出力周波数を所定の割合だけ一気に減少させることによって、その出力周波数低減による効果を早期に発揮させる制御を行う構成とすることができる。

【0034】つまり、交流電動機 7 の減速制御時において、負荷が急増するなどして交流電動機 7 の回転速度がインバータ出力周波数に応じた速度より下がって力行状態となり、これに伴い交流電動機 7 のすべりが大きくなった場合でも、従来構成のように交流電動機 7 の減速を抑制する制御が行われることがなく、その減速を促進する制御が行われるものである。この結果、交流電動機 7 のすべり、ひいては直流正側ピーク電流  $I_{dcp}$  が早期に低下されることになり、インバータ装置が過電流トリップに至ったり、或いは交流電動機 7 が発生トルクの不足によって失速したりする虞がなくなるものである。

【0035】前記ステップ A2 で「YES」と判断した

場合、つまり回生過電流状態となった場合には、交流電動機 7 の加速制御中か否かを判断し（ステップ A 7）、加速制御中でなかった場合には、交流電動機 7 の減速制御中か否かを判断する（ステップ A 8）。このとき、減速制御中でなかった場合にはそのままリターンするが、減速制御中であった場合には、インバータ出力周波数の減少を一時停止するか若しくは増大させることによって交流電動機 7 の減速を抑制する制御を実行し（ステップ A 9）、この後に通常の制御ルーチンにリターンする。上記のような減速抑制ステップ A 9 は、交流電動機 7 の減速抑制に応じた回生電流の減少により直流負側ピーク電流  $I_{dcn}$  が許容値  $I_{dcno}$  以下となるまで（或いは平滑コンデンサ 3 の端子電圧が許容値以下に収まるまで）反復実行されるものであり、これにより負のすべりが減少されて所謂過電圧ストール防止制御が行われる。

【0036】一方、交流電動機 7 の回生過電流状態で交流電動機の加速制御を行っていた場合（ステップ A 7 で「YES」）、つまりインバータ周波数を順次増加させる制御を行っていた場合には、その増加割合を大きくするという加速促進制御を実行し（ステップ A 10）、この後に通常の制御ルーチンにリターンする。従って、上記のような加速促進ステップ A 10 は、その加速促進制御に伴う交流電動機 7 の負のすべりの減少により直流負側ピーク電流  $I_{dcn}$  が許容値  $I_{dcno}$  以下となるまで反復実行されることになる。

【0037】尚、上記減速促進ステップ A 10 では、インバータ出力周波数の単位時間当たりの増加速度を早めることによって、その出力周波数が交流電動機 7 の実際の速度に応じたレベルまで円滑に且つ比較的早期に上がる制御を行う構成としたり、或いはインバータ出力周波数を所定の割合だけ一気に増加させることによって、その出力周波数増加による効果を早期に発揮させる制御を行う構成とすることができる。

【0038】つまり、交流電動機 7 の加速制御時に、当該電動機 7 が駆動軸を直結した他の電動機と並列運転されている場合、或いは急激な負荷変動があった場合などにおいて回生状態を呈し、これに応じて負のすべりが大きくなった場合でも、従来構成のように交流電動機 7 の加速を抑制する制御が行われることがなく、その加速を促進する制御が行われるものである。この結果、交流電動機 7 の負のすべり、ひいては直流負側ピーク電流  $I_{dcn}$  が早期に低下されることになり、インバータ装置が過電流トリップに至る虞がなくなるなるものである。

【0039】以上要するに、上記した本実施例では、交流電動機 7 の力行過電流状態並びに回生過電流状態を、時延要素を含まない正側電流検出回路 21 及び負側電流検出回路 25 によって高速検出できるように構成すると共に、その検出結果と交流電動機 7 の実際の制御状態とに基づいて過電流を抑制する制御を的確に行うように構成したものであり、これにより過電流トリップや交流電

動機 7 の失速という不具合を未然に防止できるものである。この場合、本実施例では、交流電動機 7 の力行電流並びに回生電流の検出のための電流検出手段として、1 個の電流検出器 8 を設けるだけで良く、しかも、この電流検出器 8 からの検出信号  $I_{dc}$  を処理するためのハードウェア構成は、図 5 に示した従来構成に比べて第 2 のピーク検出回路 26 相当部分が増やすだけで良いから、上記のような効果を得るための構成が比較的簡単になるという利点もある。

【0040】尚、図 3 中には示さなかったが、交流電動機 7 の定速運転中において、直流正側ピーク電流  $I_{dcp}$  或いは直流負側ピーク電流  $I_{dcn}$  が予め設定された許容値を越えたときに、例えばインバータ出力電圧を抑制するなどの制御を行うことも可能である。また、図 5 に示した従来構成のインバータ装置で検出対象となっている平均電流  $I_{AV}$  については、直流正側ピーク電流  $I_{dcp}$  及び直流負側ピーク電流  $I_{dcn}$  から類推可能であるから、同図 5 中の平均電流検出回路 10 を不要にできる。

【0041】また、上記第 1 実施例では、電流検出器 8 からの検出信号  $I_{dc}$  の正側及び負側をそれぞれ整流した後各整流出力のピークを検出する構成としたが、この逆を行う構成としても良いものである。即ち、図 4 には前記第 1 実施例と同様の効果を奏する本発明の第 2 実施例が示されており、以下これについて第 1 実施例と異なる部分のみ説明する。

【0042】図 4 において、正側ピーク電流検出手段 28 は、検出信号  $I_{dc}$  の正側を整流するダイオード 29 と、その整流出力のピークを検出する第 1 のピーク検出回路 30 と、ダイオードドロップ補償回路 31 とにより構成されており、その出力が直流正側ピーク電流  $I_{dcp}'$  として制御回路装置 23 に与えられる。また、負側ピーク電流検出手段 32 は、検出信号  $I_{dc}$  の負側を整流するダイオード 33 と、その整流出力のピークを検出する第 2 のピーク検出回路 34 と、ダイオードドロップ補償回路 35 と、反転増幅回路 36 とにより構成されており、その出力が直流正側ピーク電流  $I_{dcn}'$  として制御回路装置 23 に与えられる。

【0043】

【発明の効果】本発明によれば以上の説明によって明らかなように、交流電動機の力行過電流状態並びに回生過電流状態を高速検出できるように構成すると共に、その検出結果と交流電動機が加速制御状態及び減速制御状態の何れにあるのかという制御条件とに基づいて、加速抑制制御、減速促進制御、減速抑制制御及び加速促進制御の何れかを選択的に行う構成としたから、過電流トリップ及び交流電動機の失速という事態の発生を未然に防止可能になるという有益な効果を奏するものであり、また、上記各電流の検出のために一つの電流検出手段を設けるだけで済んで構成の簡単化を実現できるという効果も奏し得るものである。

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 実施例を示す全体の機能ブロック図

【図 2】 波形図

【図 3】 制御内容を示すフローチャート

【図 4】 本発明の第 2 実施例を示す図 1 相当図

【図 5】 従来例を示す図 1 相当図

【図 6】 図 3 相当図

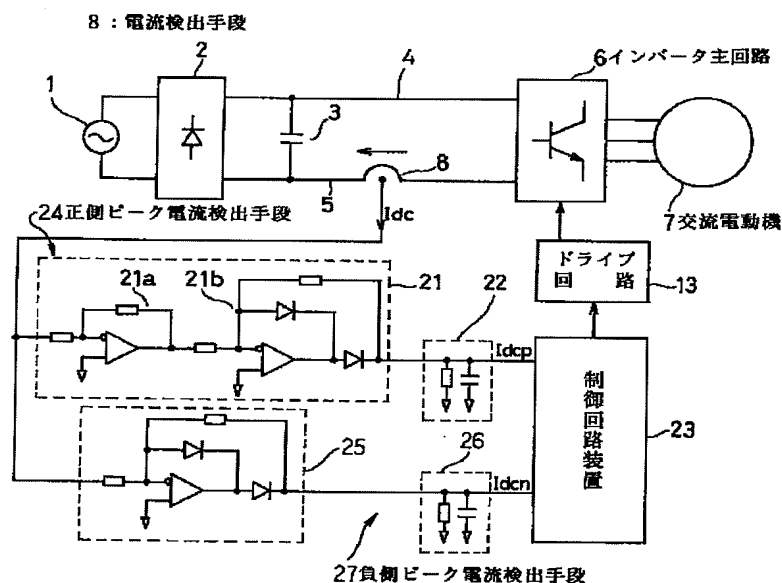
【図 7】 解決課題説明用の特性図

## \* 【符号の説明】

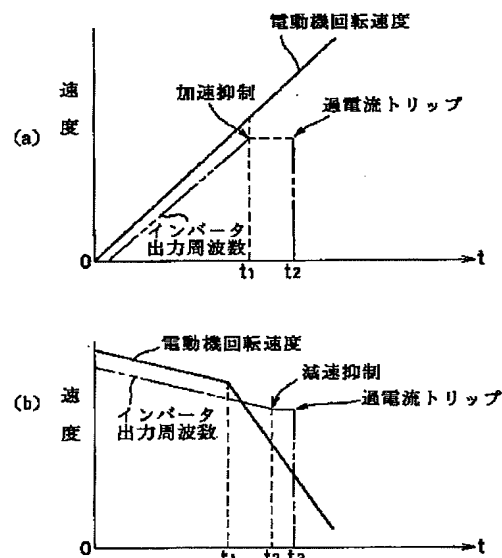
図面中、2 は直流電源、3 は平滑コンデンサ、6 はインバータ主回路、7 は交流電動機、8 は電流検出器（電流検出手段）、21 は正側電流検出回路、22、30 は第 1 のピーク検出回路、23 は制御回路装置、24、28 は正側ピーク電流検出手段、25 は負側電流検出回路、26、34 は第 2 のピーク検出回路、27、32 は負側ピーク電流検出手段、29、33 はダイオード、31、35 はダイオードドロップ補償回路を示す。

\*

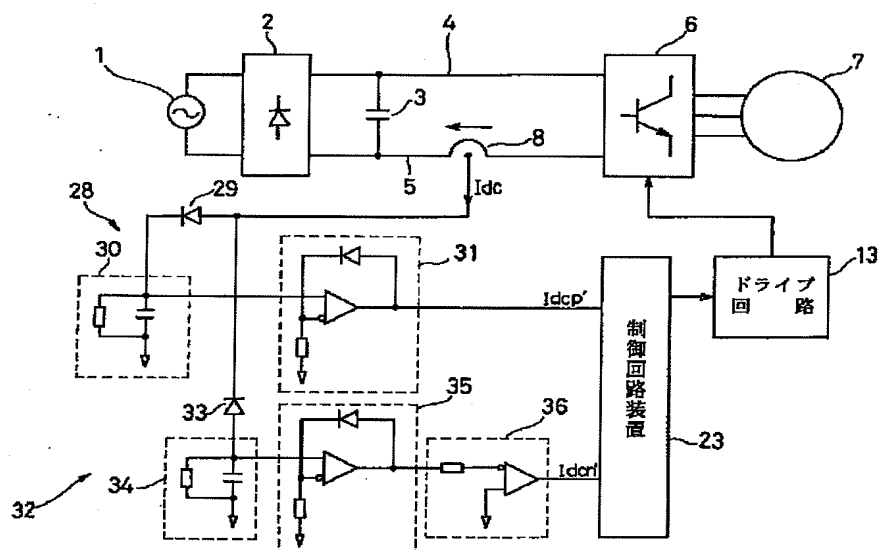
【図 1】



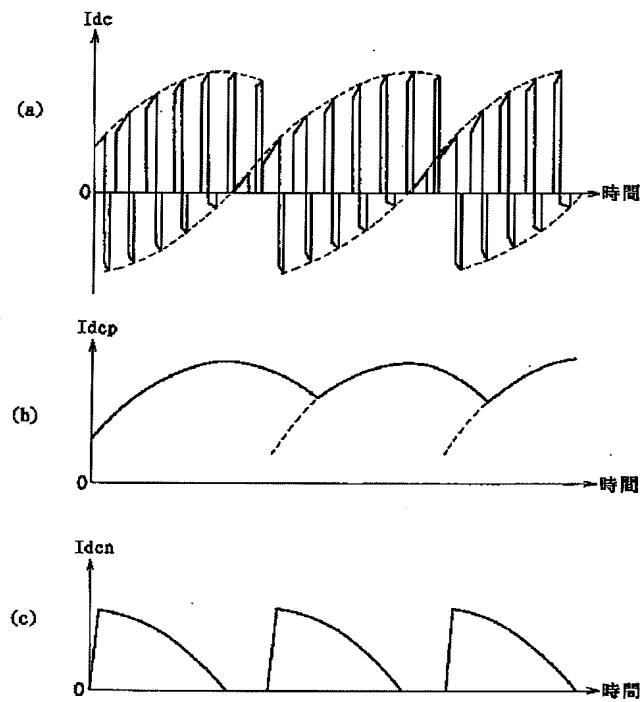
【図 7】



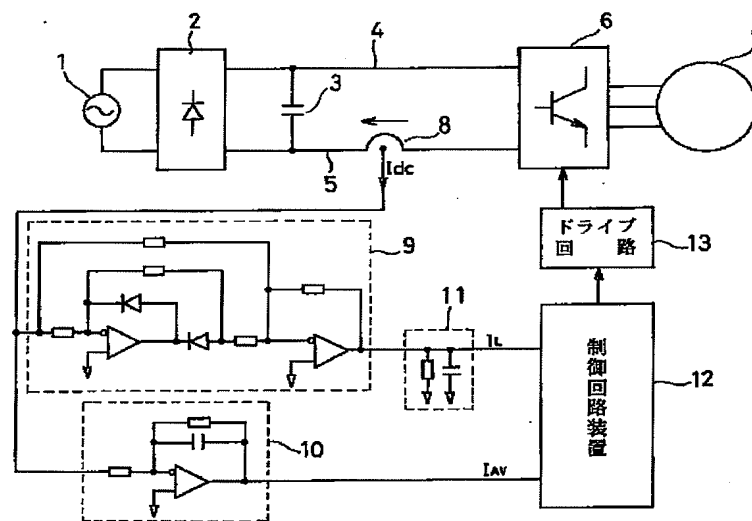
【図 4】



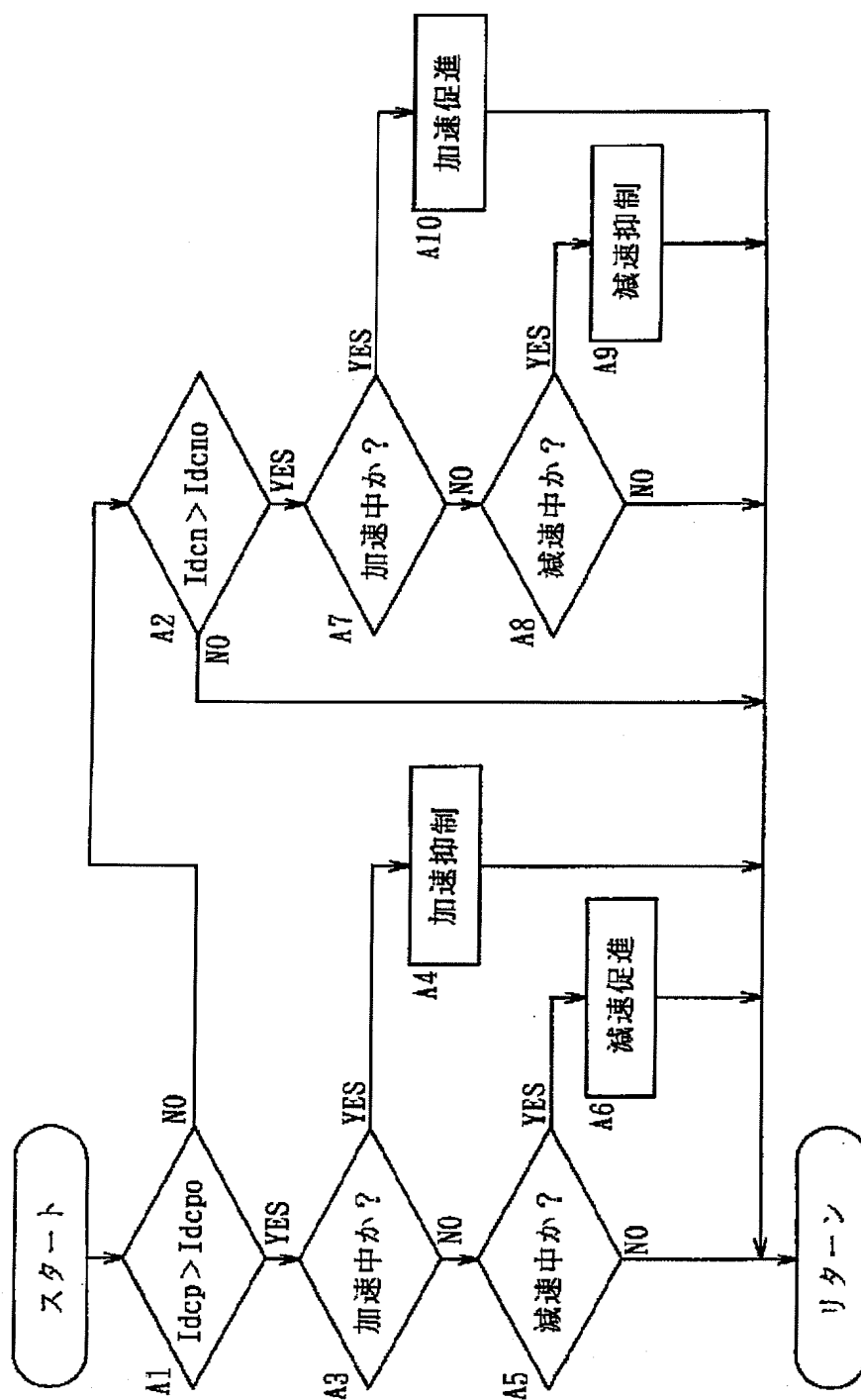
【図2】



【図5】



【図3】



【図6】

